

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年9月22日(22.09.2016)



(10) 国際公開番号

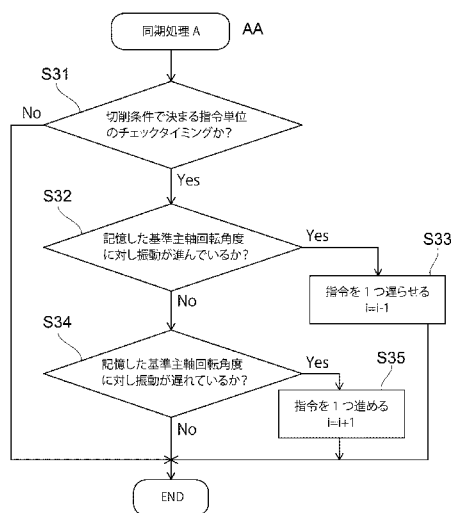
WO 2016/148116 A1

- (51) 国際特許分類:
B23Q 15/013 (2006.01) G05B 19/4093 (2006.01)
B23B 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058055
- (22) 国際出願日: 2016年3月15日(15.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-055234 2015年3月18日(18.03.2015) JP
- (71) 出願人: シチズンホールディングス株式会社
(CITIZEN HOLDINGS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1888511
東京都西東京市田無町六丁目1番12号 Tokyo
(JP).
- (72) 発明者: 大山 俊成(OYAMA, Toshinari); 〒1888511
東京都西東京市田無町六丁目1番12号 シチ
ズンホールディングス株式会社内 Tokyo (JP). 野
口 賢次(NOGUCHI, Kenji); 〒1888511 東京都西
東京市田無町六丁目1番12号 シチズンホー
ルディングス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 津野 孝(TSUNO, Takashi); 〒1000006 東
京都千代田区有楽町1丁目9番4号 蚕糸会館
2階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MACHINE TOOL AND CONTROL DEVICE FOR MACHINE TOOL

(54) 発明の名称: 工作機械及びこの工作機械の制御装置



S31 IS IT TIME TO CHECK AS INDICATED BY COMMAND
UNIT DETERMINED BY CUTTING CONDITION?
S32 IS VIBRATION AHEAD OF STORED REFERENCE
SPINDLE ROTATION ANGLE?
S33 DELAY COMMAND BY 1
S34 IS VIBRATION DELAYED WITH RESPECT TO STORED
REFERENCE SPINDLE ROTATION ANGLE?
S35 ADVANCE COMMAND BY 1
AA SYNCHRONIZATION PROCESSING A

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a machine tool and a control device for the machine tool such that a cutting tool is fed in a machining feed direction while being vibrated in a reciprocating manner along the machining feed direction, and relative rotation by a rotation means and reciprocating vibration by a vibration means are corrected so as to achieve a predetermined value so that swarf is reliably separated. The machine tool (100) and the control device for the machine tool (C) comprise: a position detection means for detecting the rotation angle of the relative rotation between a workpiece and the cutting tool or the position of the reciprocating vibration of the vibration means at a predetermined timing based on the other of the rotation angle of the relative rotation or the position of the reciprocating vibration; and a correction means (C1) for comparing detected positional information from the position detection means with predicted positional information for a reciprocating vibration position as obtained from a command to the vibration means or for a rotation angle of relative rotation as obtained from the rotation speed of the relative rotation, and adjusting the rotation speed of the relative rotation or the reciprocating vibration when there is a positional difference between the detected positional information and the predicted positional information so as to reduce the positional difference such that the relative rotation and the reciprocating vibration achieve a predetermined value.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/148116 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

切削工具を加工送り方向に沿った往復振動をさせながら加工送り方向に送り、回転手段による相対回転と振動手段の往復振動とを予め定められた値となるように補正して切屑を確実に分断する工作機械及びこの工作機械の制御装置を提供すること。ワークと切削工具との相対回転の回転角度および振動手段の往復振動の位置の一方に基づく所定のタイミングで相対回転の回転角度および往復振動の位置の他方を検出する位置検出手段と、位置検出手段の検出位置情報と振動手段の指令から得られる往復振動位置または相対回転の回転数から得られる相対回転の回転角度の予測位置情報とを比べて、検出位置情報と予測位置情報との位置差があるとき、位置差を小さくするように相対回転の回転数および往復振動の一方を調整して相対回転の回転と往復振動とを予め定められた値となるように補正する補正手段 (C 1) とを備えている工作機械 (100) とその制御装置 (C)。

明 細 書

発明の名称： 工作機械及びこの工作機械の制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、切削加工時の切屑を順次分断しながらワークの加工を行う工作機械及びこの工作機械の制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、ワークを保持するワーク保持手段と、前記ワークを切削加工する切削工具を保持する刃物台と、前記ワーク保持手段と前記刃物台との相対移動によって、前記ワークに対して前記切削工具を所定の加工送り方向に送り動作させる送り手段と、前記切削工具が前記加工送り方向に沿って往復振動しながら加工送り方向に送られるように、前記ワーク保持手段と前記刃物台とを相対的に振動させる振動手段と、前記ワークと前記切削工具を相対的に回転させる回転手段とを備えた工作機械が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

この工作機械の制御装置は、前記回転手段と、前記送り手段と、前記振動手段とを駆動制御し、前記ワークと前記切削工具との相対回転と、前記ワークに対する前記切削工具の前記加工送り方向への前記往復振動を伴う送り動作とによって前記工作機械に、前記ワークの加工を実行させる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第 5 0 3 3 9 2 9 号公報（段落 0 0 4 9 参照）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述した従来の工作機械において、NCからの指令に基づいて前記相対回転させながら切削工具を往復振動させているが、切削工具の往復振動の位置と回転手段による相対回転の回転角度との間でズレが生じるという問題があった。

[0005] そこで、本発明は、前述したような従来技術の問題を解決するものであって、すなわち、本発明の目的は、切削工具を加工送り方向に沿った往復振動をさせながら加工送り方向に送り、回転手段による相対回転と振動手段の往復振動とを予め定められた値となるように補正を行い、切屑を確実に分断することが可能な工作機械及びこの工作機械の制御装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本請求項 1 に係る発明は、ワークを保持するワーク保持手段と、前記ワークを切削加工する切削工具を保持する刃物台と、前記ワーク保持手段と刃物台との相対移動によってワークに対して切削工具を所定の加工送り方向に送り動作させる送り手段と、前記ワーク保持手段と刃物台とを相対的に振動させる振動手段と、前記ワークと切削工具とを相対的に回転させる回転手段とを備え、前記ワークと前記切削工具との相対回転と、前記ワークに対する前記切削工具の前記加工送り方向への前記往復振動を伴う送り動作とによって、ワークの加工を実行させる工作機械であって、前記相対回転の回転角度又は前記ワーク保持手段あるいは刃物台を所定の座標位置に移動させる指令に基づく所定のタイミングを用いて、前記相対回転の回転角度又は前記ワーク保持手段あるいは刃物台の座標位置を検出する位置検出手段と、該位置検出手段によって検出された回転角度の値又は座標位置の値を予め定められた値となるように、前記相対回転の回転数又は指令を補正する補正手段とを備えて前記送り動作を実行することにより、前述した課題を解決するものである。

ここで、「予め定められた値」とは、位置検出手段に検出されるより前に制御指令により定められる値をいう。

[0007] 本請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に記載された工作機械の構成に加えて、前記位置検出手段が、前記相対回転の 1 回転中に回転角度の値又は座標位置の値を複数回検出することにより、前述した課題をさらに解決するものである。

- [0008] 本請求項 3 に係る発明は、請求項 1 または請求項 2 に記載された工作機械の構成に加えて、前記位置検出手段が、前記ワーク保持手段を備えた主軸の回転角度を検出する主軸回転角度エンコーダであることにより、前述した課題をさらに解決するものである。
- [0009] 本請求項 4 に係る発明は、請求項 1 乃至請求項 3 に記載された工作機械の構成に加えて、前記補正手段が、前記振動手段の指令が可能な周期単位で前記振動手段による振動タイミングを早めるまたは遅らせることにより、前述した課題をさらに解決するものである。
- [0010] 本請求項 5 に係る発明は、請求項 1 乃至請求項 3 に記載された工作機械の構成に加えて、前記補正手段が、前記相対回転の回転数を大きくまたは小さくすることにより、前述した課題をさらに解決するものである。
- [0011] 本請求項 6 に係る発明は、ワークを保持するワーク保持手段と、前記ワークを切削加工する切削工具を保持する刃物台と、前記ワーク保持手段と刃物台との相対移動によってワークに対して切削工具を所定の加工送り方向に送り動作させる送り手段と、前記ワーク保持手段と刃物台とを相対的に振動させる振動手段と、前記ワークと切削工具とを相対的に回転させる回転手段とを備えた工作機械に設けられ、前記ワークと前記切削工具との相対回転と、前記ワークに対する前記切削工具の加工送り方向への前記往復振動を伴う送り動作とによって、前記工作機械にワークの加工を実行させる工作機械の制御装置であって、前記相対回転の回転角度又は前記ワーク保持手段あるいは刃物台を所定の座標位置に移動させる指令に基づく所定のタイミングを用いて、前記相対回転の回転角度又は前記ワーク保持手段あるいは刃物台の座標位置を検出する位置検出手段を備え、該位置検出手段によって検出された回転角度の値又は座標位置の値を予め定められた値となるように、前記相対回転の回転数又は指令を補正する補正手段を備えて前記送り動作を実行することにより、前述した課題を解決するものである。

発明の効果

- [0012] 本請求項 1 に係る発明の工作機械によれば、検出位置情報と予測位置情報

との位置差が小さくなるため、ワークと切削工具との相対回転と振動手段の往復振動とを予め定められた値となるように補正し、確実に切屑を分断することができる。

つまり回転手段による相対回転の回転角度と切削工具の往復振動とのズレが補正され、切屑の分断が可能になる。

さらに、所定のタイミングで位置検出手段によって検出された回転角度の値と、理論上の回転角度の値との差になる検出位置情報と予測位置情報との位置差が許容範囲を超えたときにワーク加工面上に見える筋状の外観不良を目立たなくすることができる。

[0013] 本請求項 2 に係る発明の工作機械によれば、請求項 1 に係る発明が奏する効果に加えて、複数のタイミングで検出位置情報と予測位置情報との位置差を検出するため、この位置差をより精度よく所定値内に収めることができる。

[0014] 本請求項 3 に係る発明の工作機械によれば、請求項 1 または請求項 2 に係る発明が奏する効果に加えて、所定のタイミングで主軸の回転角度が簡単に検出されるため、振動手段の往復振動の位置を検出する場合と比べて、構成をシンプルにすることができる。

[0015] 本請求項 4 に係る発明の工作機械によれば、請求項 1 乃至請求項 3 に係る発明が奏する効果に加えて、ワークと切削工具との相対回転速度（回転数）が維持されたままで指令が可能な周期単位で往復振動のタイミングが変更されるため、検出位置情報と予測位置情報との位置差を精度よく所定量内に収めることができる。

[0016] 本請求項 5 に係る発明の工作機械によれば、請求項 1 乃至請求項 3 に係る発明が奏する効果に加えて、振動手段による振動タイミングが維持されたままでワークと切削工具との相対回転速度が変更されるため、検出位置情報と予測位置情報との位置差を精度よく所定量内に収めることができる。

[0017] 本請求項 6 に係る発明の工作機械の制御装置によれば、工作機械の制御装置において、請求項 1 に係る発明が奏する効果と同様の効果を得ることがで

きる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の実施例の工作機械の概略を示す図。

[図2]本発明の実施例の切削工具とワークとの関係を示す概略図。

[図3]本発明の実施例の切削工具の往復振動および位置を示す図。

[図4]本発明の実施例の主軸 n 回転目、 $n + 1$ 回転目、 $n + 2$ 回転目の関係を示す図。

[図5]本発明の実施例の主軸回転角度エンコーダのチェックタイミングを示す原理図。

[図6]本発明の実施例の補正処理を示すチャート図。

[図7]図 6 の基準主軸回転角度決定処理を示すチャート図。

[図8]図 6 の同期処理 A を示すチャート図。

[図9]図 6 の同期処理 B を示すチャート図。

[図10]本発明の実施例の主軸回転角度エンコーダのチェックタイミングを複数回（2 回）設定した様態を示す原理図。

発明を実施するための形態

[0019] 本発明の工作機械及びこの工作機械の制御装置は、相対回転の回転角度又はワーク保持手段あるいは刃物台を所定の座標位置に移動させる指令に基づく所定のタイミングを用いて、相対回転の回転角度又はワーク保持手段あるいは刃物台の座標位置を検出する位置検出手段と、この位置検出手段によって検出された回転角度の値又は座標位置の値を予め定められた値となるように、相対回転の回転数又は指令を補正する補正手段とを備えて送り動作を実行することにより、ワークと切削工具との相対回転と振動手段の往復振動とを予め定められた値となるように補正し、確実に切屑を分断するものであれば、その具体的な実施態様は、如何なるものであっても構わない。

実施例

[0020] 図 1 は、本発明の実施例の制御装置 C を備えた工作機械 100 の概略を示す図である。

工作機械１００は、回転手段としての主軸１１０と、刃物台としての切削工具台１３０Ａとを備えている。

主軸１１０の先端にはワーク保持手段としてのチャック１２０が設けられている。

チャック１２０を介して主軸１１０にワークＷが保持される。

主軸１１０は、図示しない主軸モータの動力によって回転駆動されるように主軸台１１０Ａに支持されている。

[0021] 主軸台１１０Ａは、工作機械１００のベッド側に、Ｚ軸方向送り機構１６０によって主軸１１０の軸線方向となるＺ軸方向に移動自在に搭載されている。

主軸１１０は、主軸台１１０Ａを介してＺ軸方向送り機構１６０によって、前記Ｚ軸方向に移動する。

Ｚ軸方向送り機構１６０は、主軸１１０をＺ軸方向に移動させる主軸移動機構を構成している。

[0022] 　Ｚ軸方向送り機構１６０は、前記ベッド等のＺ軸方向送り機構１６０の固定側と一体的なベース１６１と、ベース１６１に設けられたＺ軸方向に延びるＺ軸方向ガイドレール１６２とを備えている。

　Ｚ軸方向ガイドレール１６２に、Ｚ軸方向ガイド１６４を介してＺ軸方向送りテーブル１６３がスライド自在に支持されている。

　Ｚ軸方向送りテーブル１６３側にリニアサーボモータ１６５の可動子１６５ａが設けられ、ベース１６１側にリニアサーボモータ１６５の固定子１６５ｂが設けられている。

[0023] 　Ｚ軸方向送りテーブル１６３に主軸台１１０Ａが搭載され、リニアサーボモータ１６５の駆動によってＺ軸方向送りテーブル１６３が、Ｚ軸方向に移動駆動される。

　Ｚ軸方向送りテーブル１６３の移動によって主軸台１１０ＡがＺ軸方向に移動し、主軸１１０のＺ軸方向への移動が行われる。

[0024] 　切削工具台１３０Ａには、ワークＷを旋削加工するバイト等の切削工具１

30が装着されている。

切削工具台130Aは、工作機械100のベッド側に、X軸方向送り機構150及び図示しないY軸方向送り機構によって、前記Z軸方向に直交するX軸方向と、前記Z軸方向及びX軸方向に直交するY軸方向とに移動自在に設けられている。

X軸方向送り機構150とY軸方向送り機構とによって、切削工具台130Aを主軸110に対して前記X軸方向及びY軸方向に移動させる刃物台移動機構が構成されている。

[0025] X軸方向送り機構150は、X軸方向送り機構150の固定側と一体的なベース151と、ベース151に設けられたX軸方向に延びるX軸方向ガイドレール152とを備えている。

X軸方向ガイドレール152に、X軸方向ガイド154を介してX軸方向送りテーブル153がスライド自在に支持されている。

[0026] X軸方向送りテーブル153側にリニアサーボモータ155の可動子155aが設けられ、ベース151側にリニアサーボモータ155の固定子155bが設けられている。

リニアサーボモータ155の駆動によってX軸方向送りテーブル153が、X軸方向に移動駆動される。

なおY軸方向送り機構は、X軸方向送り機構150をY軸方向に配置したものであり、X軸方向送り機構150と同様の構造であるため、構造についての詳細な説明は割愛する。

[0027] 図1においては、図示しないY軸方向送り機構を介してX軸方向送り機構150を前記ベッド側に搭載し、X軸方向送りテーブル153に切削工具台130Aが搭載されている。

切削工具台130Aは、X軸方向送りテーブル153の移動駆動によってX軸方向に移動し、Y軸方向送り機構が、Y軸方向に対して、X軸方向送り機構150と同様の動作をすることによって、Y軸方向に移動する。

[0028] なお図示しないY軸方向送り機構を、X軸方向送り機構150を介して前

記ベッド側に搭載し、Y軸方向送り機構側に切削工具台130Aを搭載してもよく、Y軸方向送り機構とX軸方向送り機構150とによって切削工具台130AをX軸方向及びY軸方向に移動させる構造は従来公知であるため、詳細な説明及び図示は割愛する。

[0029] 前記刃物台移動機構（X軸方向送り機構150とY軸方向送り機構）と前記主軸移動機構（Z軸方向送り機構160）とが協働し、X軸方向送り機構150とY軸方向送り機構によるX軸方向とY軸方向への切削工具台130Aの移動と、Z軸方向送り機構160による主軸台110A（主軸110）のZ軸方向への移動によって、切削工具台130Aに装着されている切削工具130は、ワークWに対して相対的に任意の加工送り方向に送られる。

[0030] 前記主軸移動機構と前記刃物台移動機構とから構成される送り手段により、切削工具130を、ワークWに対して相対的に任意の加工送り方向に送ることによって、図2に示すように、ワークWは、前記切削工具130により任意の形状に切削加工される。

[0031] なお本実施形態においては、主軸台110Aと切削工具台130Aの両方を移動するように構成しているが、主軸台110Aを工作機械100のベッド側に移動しないように固定し、刃物台移動機構を、切削工具台130AをX軸方向、Y軸方向、Z軸方向に移動させるように構成してもよい。

この場合、前記送り手段が、切削工具台130AをX軸方向、Y軸方向、Z軸方向に移動させる刃物台移動機構から構成され、固定的に位置決めされて回転駆動される主軸110に対して、切削工具台130Aを移動させることによって、前記切削工具130をワークWに対して加工送り動作させることができる。

[0032] また切削工具台130Aを工作機械100のベッド側に移動しないように固定し、主軸移動機構を、主軸台110AをX軸方向、Y軸方向、Z軸方向に移動させるように構成してもよい。

この場合、前記送り手段が、主軸台110AをX軸方向、Y軸方向、Z軸方向に移動させる主軸台移動機構から構成され、固定的に位置決めされる切

削工具台 130A に対して、主軸台 110A を移動させることによって、前記切削工具 130 をワーク W に対して加工送り動作させることができる。

また、本実施例では、切削工具 130 に対してワーク W を回転させる構成としたが、ワーク W に対して切削工具 130 を回転させる構成としてもよい。

[0033] 主軸 110 の回転、Z 軸方向送り機構 160、X 軸方向送り機構 150、Y 軸方向送り機構は、制御装置 C が有する制御部 C1 によって駆動制御される。

制御部 C1 は、各送り機構を振動手段として、各々対応する移動方向に沿って往復振動させながら、主軸台 110A 又は切削工具台 130A を各々の方向に移動させるように制御するように予め設定されている。

[0034] 各送り機構は、制御部 C1 の制御により、図 3 に示すように、主軸 110 又は切削工具台 130A を、1 回の往復振動において、所定の前進量だけ前進（往動）移動してから所定の後退量だけ後退（復動）移動し、その差の進行量だけ各移動方向に移動させ、協動してワーク W に対して前記切削工具 130 を前記加工送り方向として Z 軸方向に送る。

[0035] 工作機械 100 は、Z 軸方向送り機構 160、X 軸方向送り機構 150、Y 軸方向送り機構により、切削工具 130 が前記加工送り方向に沿った往復振動をしながら、主軸 1 回転分、すなわち、主軸位相 0 度から 360 度まで変化したときの前記進行量の合計を送り量として、加工送り方向に送られることによって、ワーク W の加工を行う。

[0036] ワーク W が回転した状態で、主軸台 110A（主軸 110）又は切削工具台 130A（切削工具 130）が、往復振動しながら移動し、切削工具 130 によって、ワーク W を所定の形状に外形切削加工する場合、ワーク W の周面は、図 4 に示すように、正弦曲線状に切削される。

なお正弦曲線状の波形の谷を通過する仮想線（1 点鎖線）において、主軸位相 0 度から 360 度まで変化したときの位置の変化量が、前記送り量を示す。

図4に示されるように、ワークWの1回転当たりの主軸台110A（主軸110）又は切削工具台130Aの振動数Nが、3.5回（振動数 $N=3.5$ ）を例に説明する。

[0037] この場合、 $n+1$ 回転目（ n は1以上の整数）の切削工具130により旋削されるワーク周面形状の位相の谷の最低点（切削工具130によって送り方向に最も切削された点となる点線波形グラフの山の頂点）の位置が、 n 回転目の切削工具130により旋削された形状の位相の谷の最低点（実線波形グラフの山の頂点）の位置に対して、主軸位相方向（グラフの横軸方向）でずれる。

[0038] これにより、切削工具130の往動時の切削加工部分と、復動時の切削加工部分とが一部重複し、ワーク周面の $n+1$ 回転目の切削部分に、 n 回転目に切削済みの部分が含まれ、振動切削中に切削工具130がワークWを切削しない所謂、空振り動作が生じる。

切削加工時にワークWから生じる切屑は、前記空振り動作によって順次分断される。

工作機械100は、切削工具130の切削送り方向に沿った前記往復振動によって切屑を分断しながら、ワークWの外形切削加工を円滑に行うことができる。

[0039] 切削工具130の前記往復振動によって切屑を順次分断する場合、ワーク周面の $n+1$ 回転目の切削部分に、 n 回転目に切削済みの部分が含まれていればよい。

言い換えると、ワーク周面の $n+1$ 回転目（ n は1以上の整数）における復動時の切削工具130の軌跡が、ワーク周面の n 回転目における切削工具130の軌跡まで到達すればよい。

図4に示されるように、 $n+1$ 回転目と n 回転目のワークWにおける切削工具130により旋削される形状の位相が一致（同位相）とならなければよく、必ずしも 180° 反転させる必要はない。

[0040] 例えば振動数Nは、1.1や1.25、2.6、3.75等とすることが

できる。

ワークWの1回転で1回より少ない振動 ($0 < \text{振動数 } N < 1.0$) を行うように設定することもできる。

この場合、1振動に対して1回転以上主軸110が回転する。

[0041] 工作機械100において、制御部C1による指令は、所定の指令時間単位毎で行われる。

主軸台110A（主軸110）又は切削工具台130A（切削工具130）の往復振動は、前記指令時間単位に基づく所定の周波数で動作が可能となる。

例えば、制御部C1によって1秒間に250回の指令を送ることが可能な工作機械100の場合、制御部C1による指令は、 $1 \div 250 = 4 \text{ (ms)}$ 周期（指令時間単位毎）で行われる。

[0042] 本実施例の工作機械100は、振動手段の往復振動の位置に基づく所定のチェックタイミングで主軸110の位相である回転角度を検出する位置検出手段としての主軸回転角度エンコーダ（図示せず）を備えている。

また、制御部C1は、主軸110の回転と振動手段の往復振動とを予め定められた値となるように補正する補正手段を備えている。

制御部C1は、位置検出手段の検出位置情報と主軸110の回転数から得られる主軸110の回転角度の理論上の予測位置情報とを比べて、検出位置情報と予測位置情報との位置差があるとき、主軸110の回転数および振動手段の往復振動の一方を調整して前記位置差を小さくするように構成されている。

[0043] 例えば、図5に示すように、主軸1回転当たりの切削工具130の振動数が3.5回とし、チェックタイミングが3.5振動ごとであるとし、14回の指令で切削工具130が3.5振動する場合について図6～図9に沿って説明する。

図6のステップS11では、制御部C1が、上述したような指令時間単位周期ごとの指令を、例えば14指令サイクルとなるように、生成する。

[0044] ステップS 1 2では、制御部C 1が、変数 i を初期化する。

ステップS 1 3では、指令ごとに発生するトリガを待ち、トリガがあればステップS 1 4へ進む。

ステップS 1 4では、制御部C 1が、基準主軸回転角度が未決定か否かを判定し、未決定であると判定した場合はステップS 1 5へ進み、未決定ではないと判定した場合はステップS 1 9へ進む。

なお、例えば、最初に基準主軸回転角度が決定されていた場合であっても、最初に基準主軸回転角度を次のチェックタイミングのときにずれ量を含めた新たな基準主軸回転角度に置き換えてもよい。

[0045] ステップS 1 5では、詳しくは後述する基準主軸回転角度決定処理を行う。

ステップS 1 6では、制御部C 1が指令を出力する。

ステップS 1 7では、指令の数のカウント、すなわち、変数 i をステップS 1 7を通過するたびに1つ増加させる。

ステップS 1 8では、切削工具1 3 0が切削終了点に到達したか否かを制御部C 1が判定し、到達したと判定した場合はシーケンスを終了し、到達していないと判定した場合はステップS 1 3へ戻る。

ステップS 1 9では、詳しくは後述する同期処理A、または同期処理Bを実行し、ステップS 1 6へ進む。

[0046] 図7のステップS 2 1では、制御部C 1が所定のチェックタイミングか否かを判定し、チェックタイミングであると判定した場合はステップS 2 2へ進み、チェックタイミングではないと判定した場合は基準主軸回転角度決定処理のシーケンスを終了して図6のステップS 1 6へ進む。

ステップS 2 2では、制御部C 1が、現在の主軸回転角度エンコーダの出力値を記憶し、この出力値を基準主軸回転角度とする。

本発明の理解を容易にするために、例えば0°（360°）を基準主軸回転角度とする。

そして、基準主軸回転角度決定処理のシーケンスを終了して図6のステッ

プS 1 6へ進む。

[0047] 図8のステップS 3 1では、制御部C 1が所定のチェックタイミングか否かを判定し、チェックタイミングであると判定した場合はステップS 3 2へ進み、チェックタイミングではないと判定した場合は同期処理Aのシーケンスを終了して図6のステップS 1 6へ進む。

[0048] ステップS 3 2では、制御部C 1が、現在の主軸回転角度エンコーダの出力値と基準主軸回転角度とを比べて、基準主軸回転角度に対して振動手段の往復振動が進んでいるか否かを判定する。

例えば、現在の主軸回転角度エンコーダの出力値が 180° 以上 360° 未満（基準主軸回転角度とした 0° よりも遅れている方向の角度）である場合は振動手段の往復振動が進んでいると判定してステップS 3 3へ進み、それ以外である場合は振動手段の往復振動が進んでいないと判定してステップS 3 4へ進む。

ステップS 3 3では、順番が1つ前の指令を制御部C 1が再び選択して1回前の同じ指令を送ることで指令のタイミングの1つ分を遅らせて主軸1 1 0の回転と振動手段の往復振動とを予め定められた値となるように補正して変数iの値を1つ減らし、同期処理Aのシーケンスを終了して図6のステップS 1 6へ進む。

[0049] ステップS 3 4では、制御部C 1が、現在の主軸回転角度エンコーダの出力値と基準主軸回転角度とを比べて、基準主軸回転角度に対して振動手段の往復振動が遅れているか否かを判定する。

例えば、現在の主軸回転角度エンコーダの出力値が 0° より大きく 180° 未満である場合は振動手段の往復振動が遅れていると判定してステップS 3 5へ進み、それ以外である場合は振動手段の往復振動が遅れていないと判定し、同期処理Aのシーケンスを終了して図6のステップS 1 6へ進む。

[0050] ステップS 3 5では、順番が1つ後の指令を制御部C 1が選択して1つ指令を飛ばして、すなわちスキップしてその次の指令を送ることで指令のタイミングの1つ分を早めて主軸1 1 0の回転と振動手段の往復振動とを予め定

められた値となるように補正して変数 i の値を 1 つ増やし、同期処理 A のシーケンスを終了して図 6 のステップ S 1 6 へ進む。

以上、説明したように、同期処理 A では、補正手段としての制御部 C 1 が、振動手段の指令が可能な周期単位で振動手段による振動タイミングを早めるまたは遅らせて主軸 1 1 0 の回転と振動手段の往復振動とを予め定められた値となるように補正をするように構成されている。

すなわち、制御部 C 1 が、振動手段の指令が可能な周期単位で振動手段による振動タイミングを早めるまたは遅らせて主軸 1 1 0 の回転と振動手段の往復振動との同期をとるように構成されている。

なお、現在の主軸回転角度エンコーダの出力値と基準主軸回転角度との差の大きさに応じて、ステップ S 3 3、S 3 5 における変数 i の値の増減量を 2 以上にしてもよい。

[0051] 図 9 のステップ S 4 1 では、制御部 C 1 が所定のチェックタイミングか否かを判定し、チェックタイミングであると判定した場合はステップ S 4 2 へ進み、チェックタイミングではないと判定した場合は同期処理 B のシーケンスを終了して図 6 のステップ S 1 6 へ進む。

ステップ S 4 2 では、上述した同期処理 A のステップ S 3 2 と同様、制御部 C 1 が、現在の主軸回転角度エンコーダの出力値と基準主軸回転角度とを比べて、基準主軸回転角度に対して振動手段の往復振動が進んでいるか否かを判定する。

[0052] ステップ S 4 3 では、主軸 1 1 0 の回転速度を上げて主軸 1 1 0 の回転と振動手段の往復振動とを予め定められた値となるように補正をするように制御部 C 1 が主軸 1 1 0 の回転数の設定値 S を例えば 1 回転分増加させ、同期処理 B のシーケンスを終了して図 6 のステップ S 1 6 へ進む。

ステップ S 4 4 では、上述した同期処理 A のステップ S 3 4 と同様、制御部 C 1 が、現在の主軸回転角度エンコーダの出力値と基準主軸回転角度とを比べて、基準主軸回転角度に対して振動手段の往復振動が遅れているか否かを判定する。

[0053] ステップS 4 5では、主軸1 1 0の回転速度を下げて主軸1 1 0の回転と振動手段の往復振動とを予め定められた値となるように補正するように制御部C 1が主軸1 1 0の回転数の設定値Sを例えば1回転分減少させ、同期処理Bのシーケンスを終了して図6のステップS 1 6へ進む。

以上、説明したように、同期処理Bでは、補正手段としての制御部C 1が、主軸1 1 0の回転数を大きくまたは小さくして主軸1 1 0の回転と振動手段の往復振動とを予め定められた値となるように補正するように構成されている。

すなわち、制御部C 1が、主軸1 1 0の回転数を大きくまたは小さくして主軸1 1 0の回転と振動手段の往復振動との同期をとるように構成されている。

[0054] なお、現在の主軸回転角度エンコーダの出力値と基準主軸回転角度との差の大きさに応じて、ステップS 4 3、S 4 5における主軸1 1 0の回転数の設定値Sの増減量を2回転以上にしてもよい。

また、本実施例では、位置検出手段が、振動手段の往復振動の位置に基づく所定のチェックタイミングで主軸1 1 0の回転角度を検出するように構成したが、主軸1 1 0の回転角度に基づく所定のタイミングで振動手段の往復振動の位置を検出するように構成してもよい。

あるいは、所定のタイミングが、相対回転の1回転の内に複数設定される構成としても良い。

例えば、図1 0に示すように、主軸1回転当たり1 4回の指令で切削工具1 3 0の振動数を3. 5回とし、1 8 0°の基準主軸回転角度ごとにチェックタイミングを設けた場合、チェックタイミングが、主軸1回転当たり2回となる。

そして、補正手段としての制御部C 1が、位置検出手段の検出位置情報と主軸1 1 0の回転数から得られる主軸1 1 0の回転角度の予測位置情報とを比べて、検出位置情報と予測位置情報との位置差があるとき、この位置差を小さくするように主軸1 1 0の回転数および振動手段の往復振動の一方を調

整して主軸 1 1 0 の回転と振動手段の往復振動との同期をとるように構成してもよい。

[0055] なお、本実施例では、上述した図 4 のように、制御部 C 1 がワーク W の $n + 1$ 回転目（ n は 1 以上の整数）における復動時の切削工具 1 3 0 の軌跡を、ワーク W の n 回転目における切削工具 1 3 0 の軌跡と交差させるように制御したが、交差させずに到達させるだけでもよい。

言い換えると、往動時の切削加工部分と復動時の切削加工部分とが重複するように制御したが、往動時の切削加工部分と復動時の切削加工部分とが接するように制御してもよい。

これによって、1 振動において切削工具 1 3 0 の往動時の切削加工部分に、復動時の切削加工部分が理論上「点」として含まれ、復動中に切削工具 1 3 0 がワーク W を切削しない所謂、空振り動作が「点」で生じることにより、切削加工時にワーク W から生じる切屑は、前記空振り動作（往動時の切削加工部分と、復動時の切削加工部分とが接する点）によって順次分断される。

符号の説明

[0056] 1 0 0 . . . 工作機械
1 1 0 . . . 主軸
1 1 0 A . . . 主軸台
1 2 0 . . . チャック
1 3 0 . . . 切削工具
1 3 0 A . . . 切削工具台
1 5 0 . . . X 軸方向送り機構
1 5 1 . . . ベース
1 5 2 . . . X 軸方向ガイドレール
1 5 3 . . . X 軸方向送りテーブル
1 5 4 . . . X 軸方向ガイド
1 5 5 . . . リニアサーボモータ

1 5 5 a . . .	可動子
1 5 5 b . . .	固定子
1 6 0 . . .	Z 軸方向送り機構
1 6 1 . . .	ベース
1 6 2 . . .	Z 軸方向ガイドレール
1 6 3 . . .	Z 軸方向送りテーブル
1 6 4 . . .	Z 軸方向ガイド
1 6 5 . . .	リニアサーボモータ
1 6 5 a . . .	可動子
1 6 5 b . . .	固定子
C . . .	制御装置
C 1 . . .	制御部
W . . .	ワーク

請求の範囲

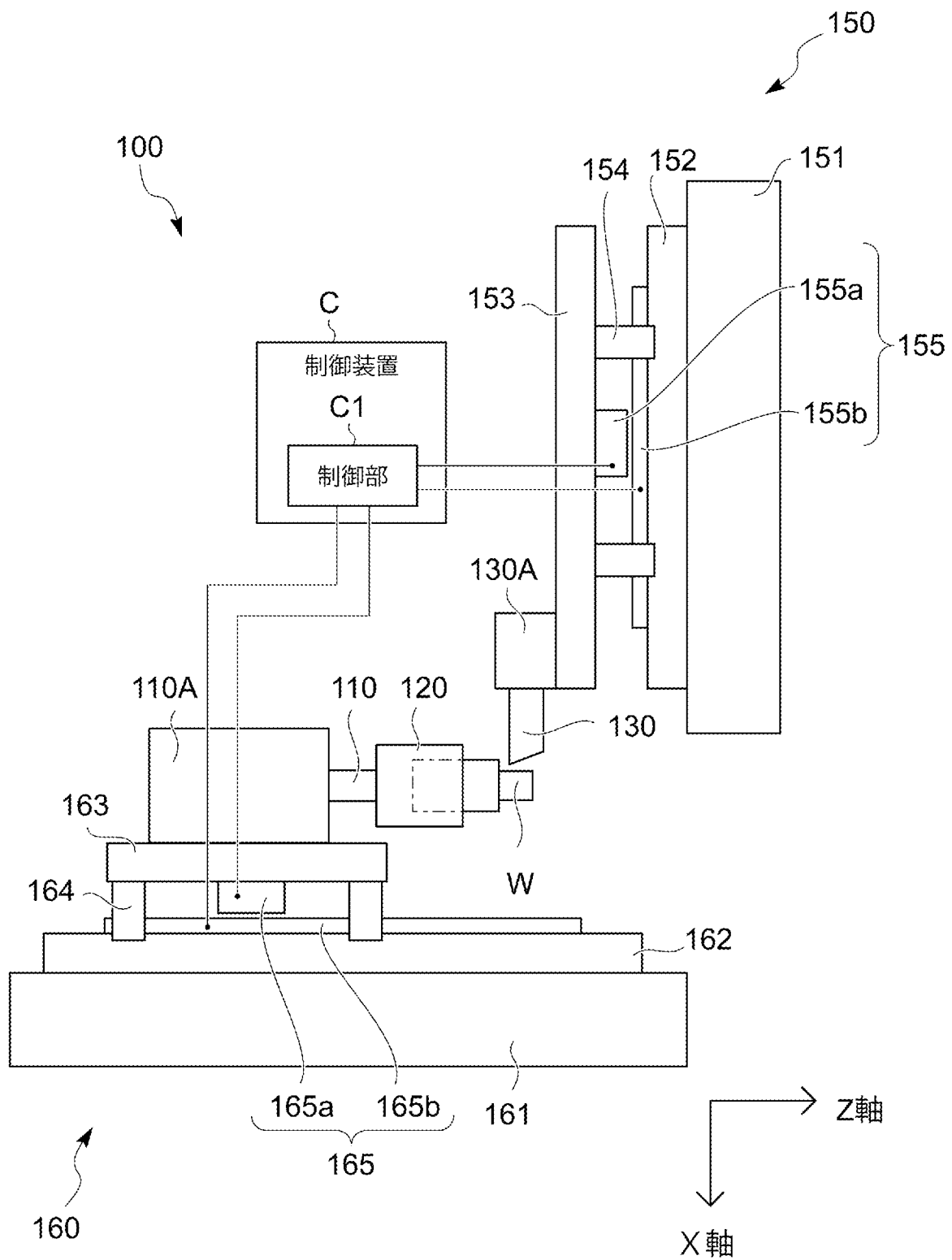
- [請求項1] ワークを保持するワーク保持手段と、前記ワークを切削加工する切削工具を保持する刃物台と、前記ワーク保持手段と刃物台との相対移動によってワークに対して切削工具を所定の加工送り方向に送り動作させる送り手段と、前記ワーク保持手段と刃物台とを相対的に振動させる振動手段と、前記ワークと切削工具とを相対的に回転させる回転手段とを備え、
- 前記ワークと前記切削工具との相対回転と、前記ワークに対する前記切削工具の前記加工送り方向への前記往復振動を伴う送り動作とによって、ワークの加工を実行させる工作機械であって、
- 前記相対回転の回転角度又は前記ワーク保持手段あるいは刃物台を所定の座標位置に移動させる指令に基づく所定のタイミングを用いて、前記相対回転の回転角度又は前記ワーク保持手段あるいは刃物台の座標位置を検出する位置検出手段と、
- 該位置検出手段によって検出された回転角度の値又は座標位置の値を予め定められた値となるように、前記相対回転の回転数又は指令を補正する補正手段とを備えて前記送り動作を実行する工作機械。
- [請求項2] 前記位置検出手段が、前記相対回転の1回転中に回転角度の値又は座標位置の値を複数回検出する請求項1に記載の工作機械。
- [請求項3] 前記位置検出手段が、前記ワーク保持手段を備えた主軸の回転角度を検出する主軸回転角度エンコーダである請求項1または請求項2に記載の工作機械。
- [請求項4] 前記補正手段が、前記振動手段の指令が可能な周期単位で前記振動手段による振動タイミングを早めるまたは遅らせる請求項1乃至請求項3に記載の工作機械。
- [請求項5] 前記補正手段が、前記相対回転の回転数を大きくまたは小さくする請求項1乃至請求項3に記載の工作機械。
- [請求項6] ワークを保持するワーク保持手段と、前記ワークを切削加工する切

削工具を保持する刃物台と、前記ワーク保持手段と刃物台との相対移動によってワークに対して切削工具を所定の加工送り方向に送り動作させる送り手段と、前記ワーク保持手段と刃物台とを相対的に振動させる振動手段と、前記ワークと切削工具とを相対的に回転させる回転手段とを備えた工作機械に設けられ、

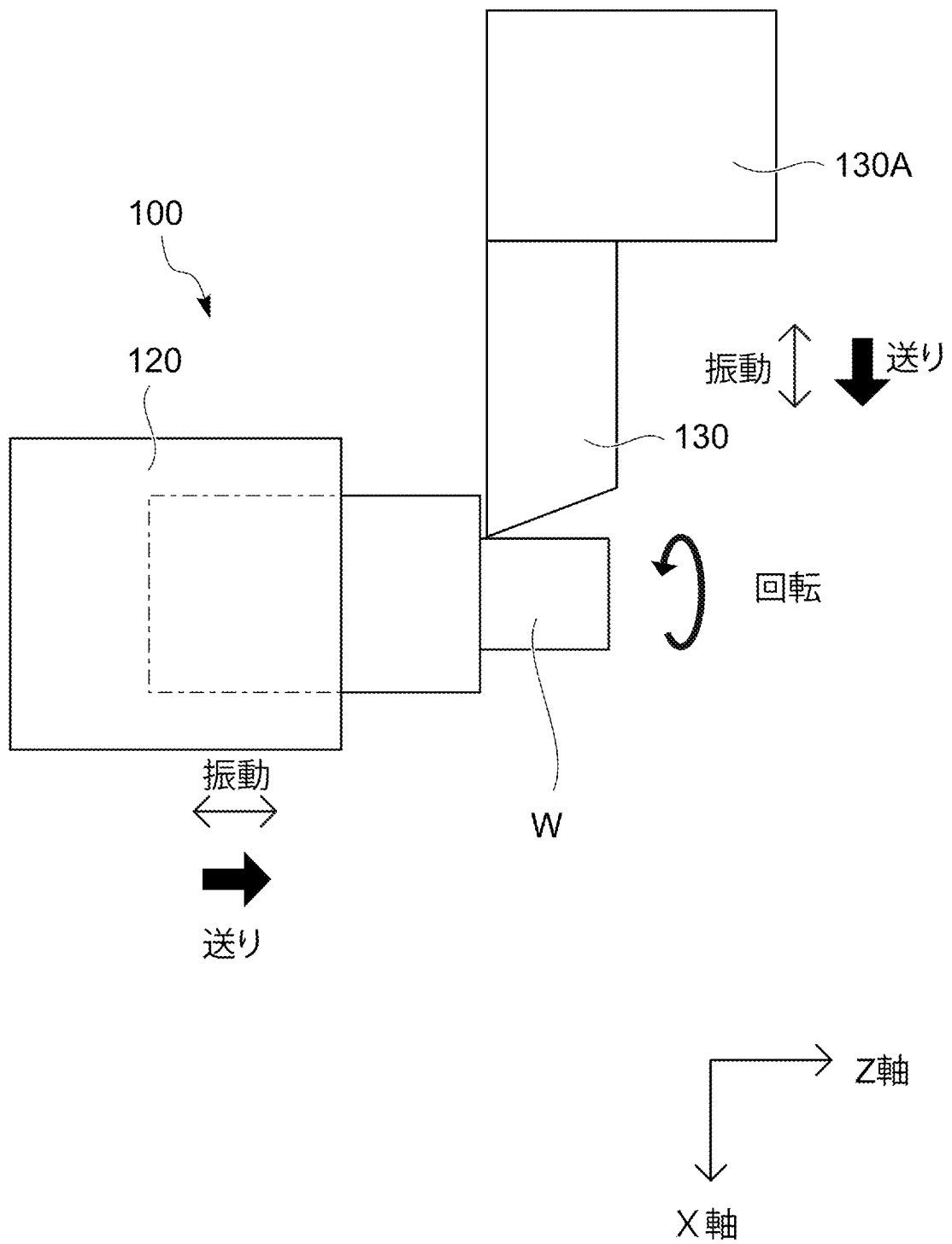
前記ワークと前記切削工具との相対回転と、前記ワークに対する前記切削工具の加工送り方向への前記往復振動を伴う送り動作とによって、前記工作機械にワークの加工を実行させる工作機械の制御装置であって、

前記相対回転の回転角度又は前記ワーク保持手段あるいは刃物台を所定の座標位置に移動させる指令に基づく所定のタイミングを用いて、前記相対回転の回転角度又は前記ワーク保持手段あるいは刃物台の座標位置を検出する位置検出手段を備え、該位置検出手段によって検出された回転角度の値又は座標位置の値を予め定められた値となるように、前記相対回転の回転数又は指令を補正する補正手段を備えて前記送り動作を実行する工作機械の制御装置。

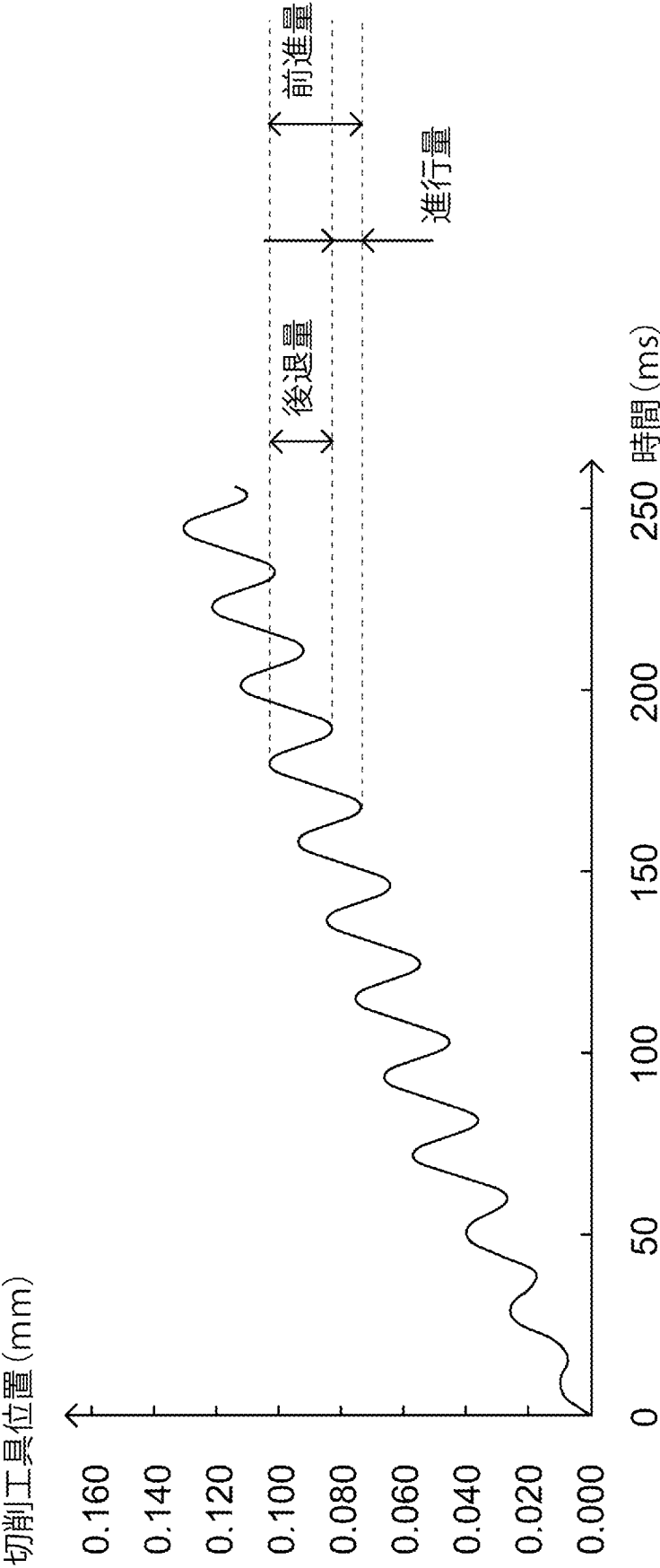
[図1]



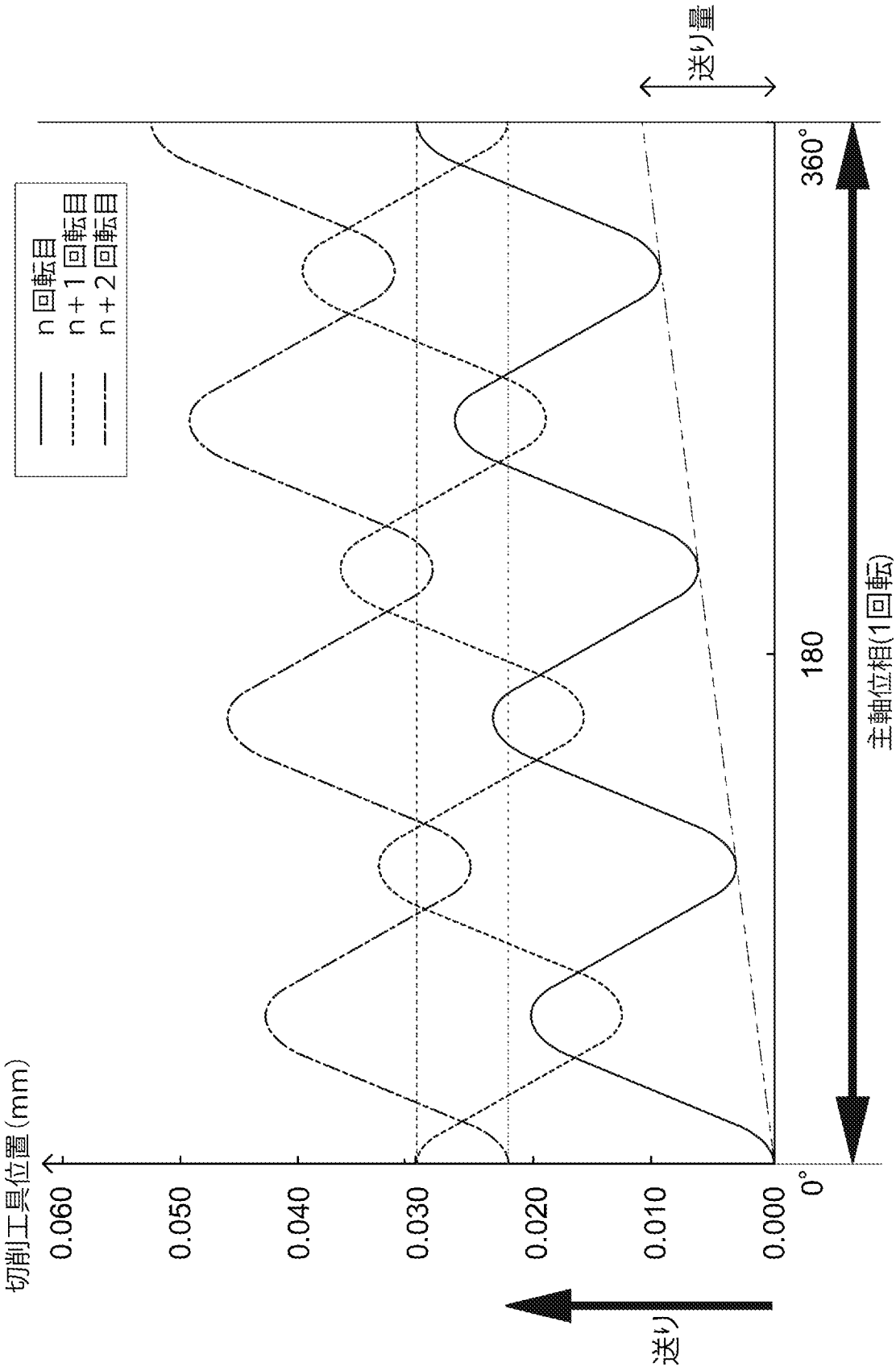
[図2]



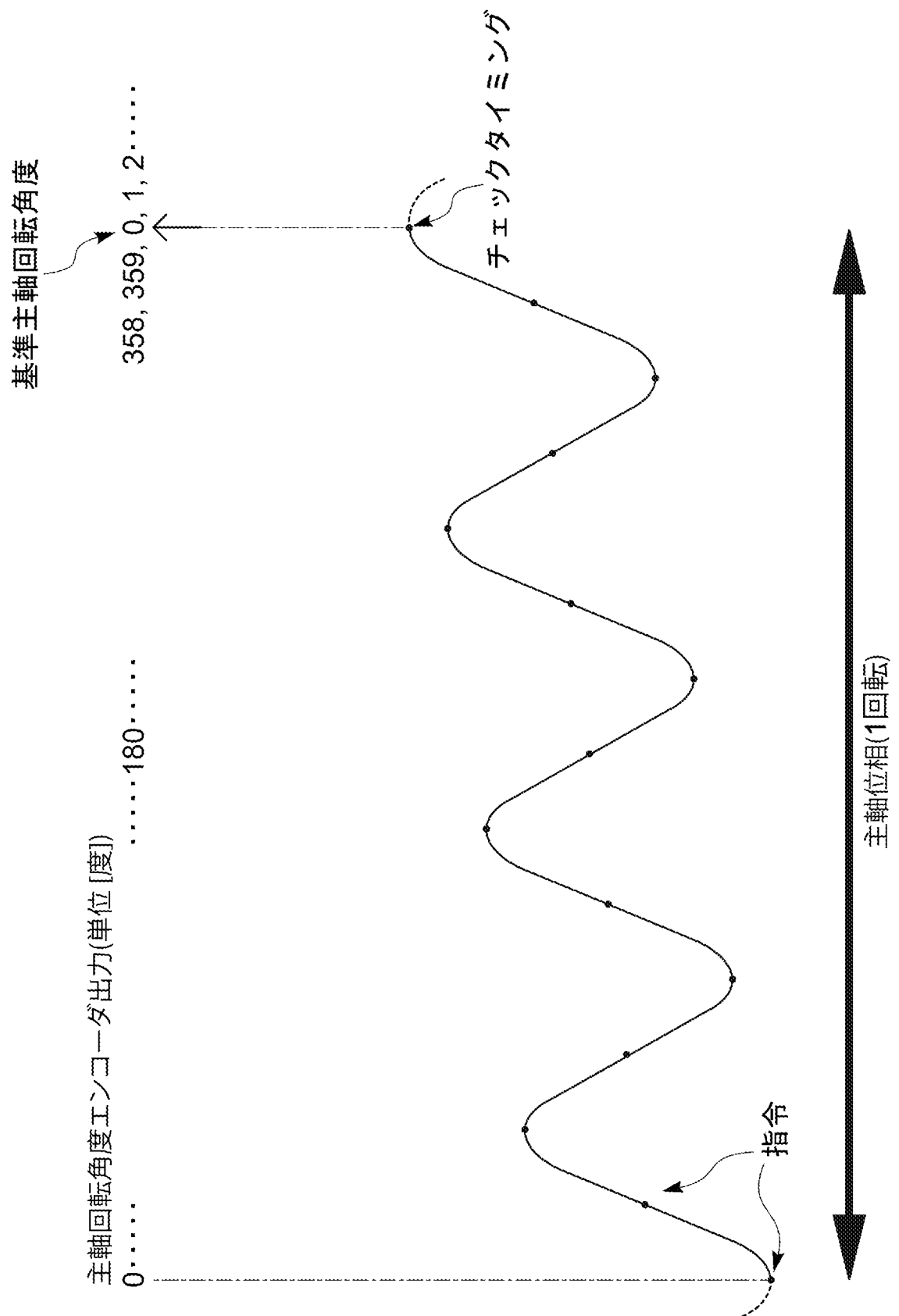
[図3]



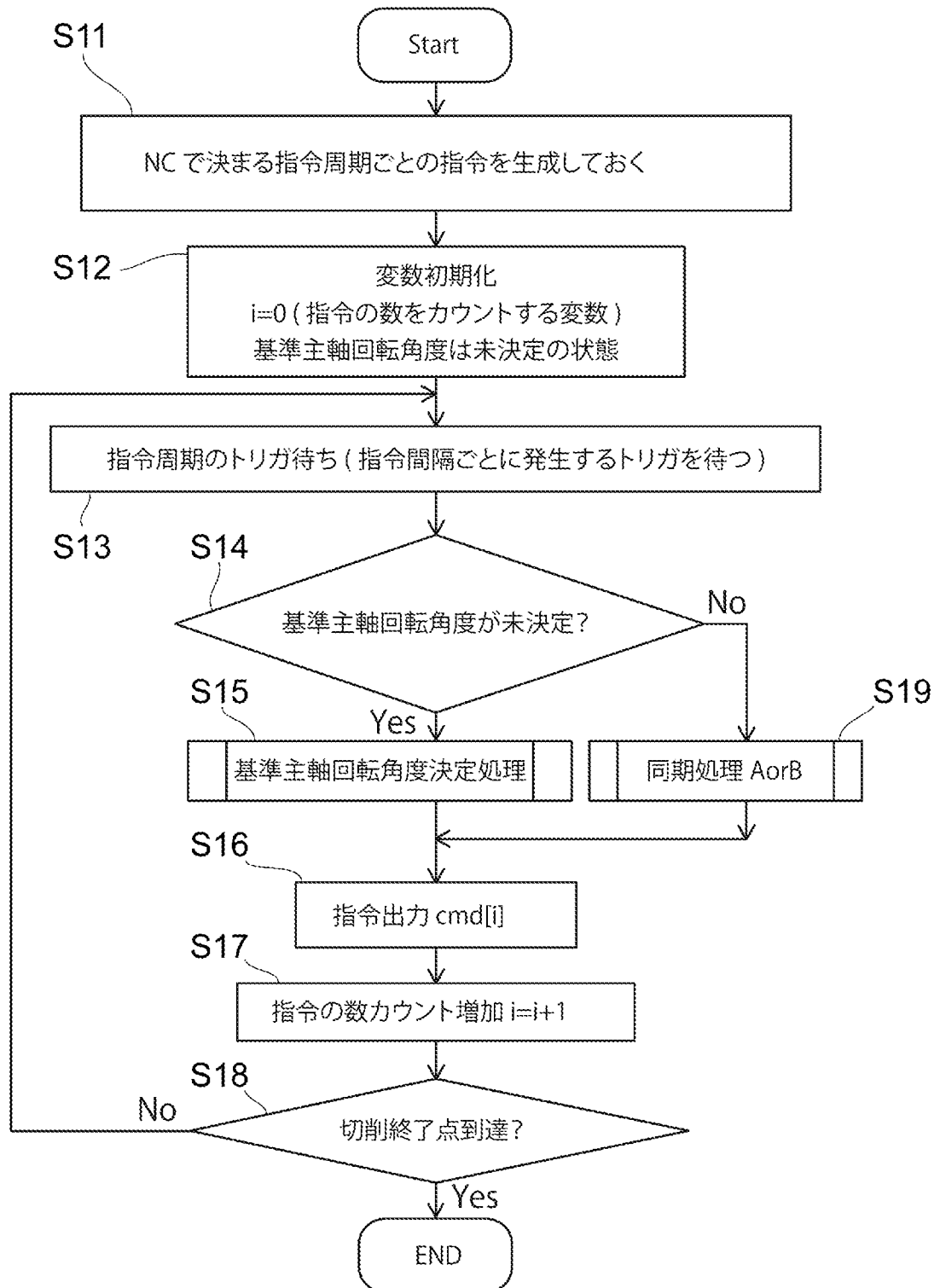
[図4]



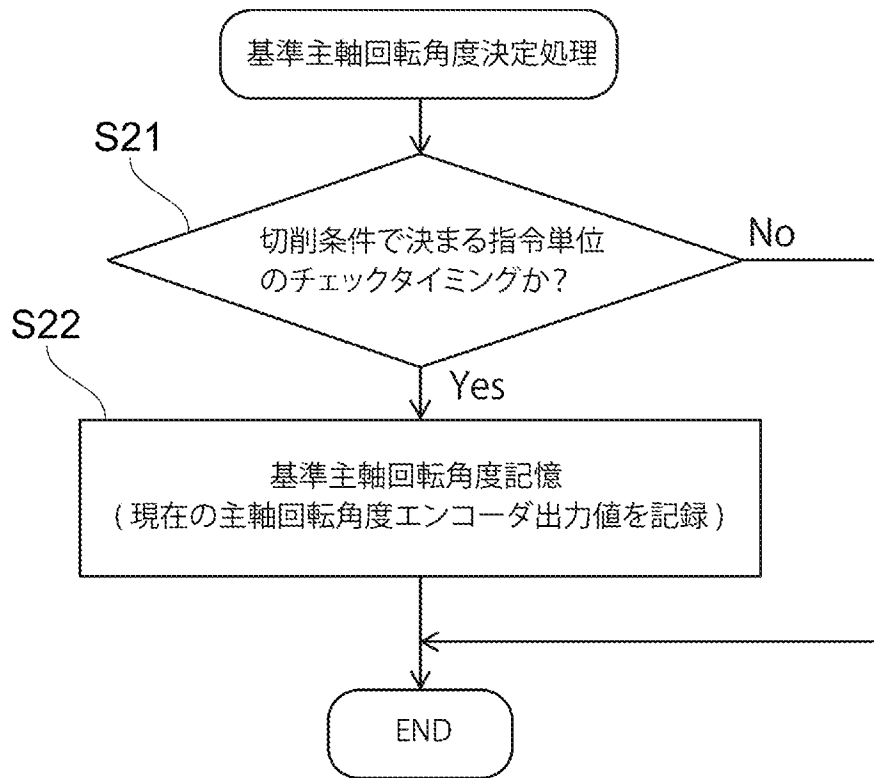
[図5]



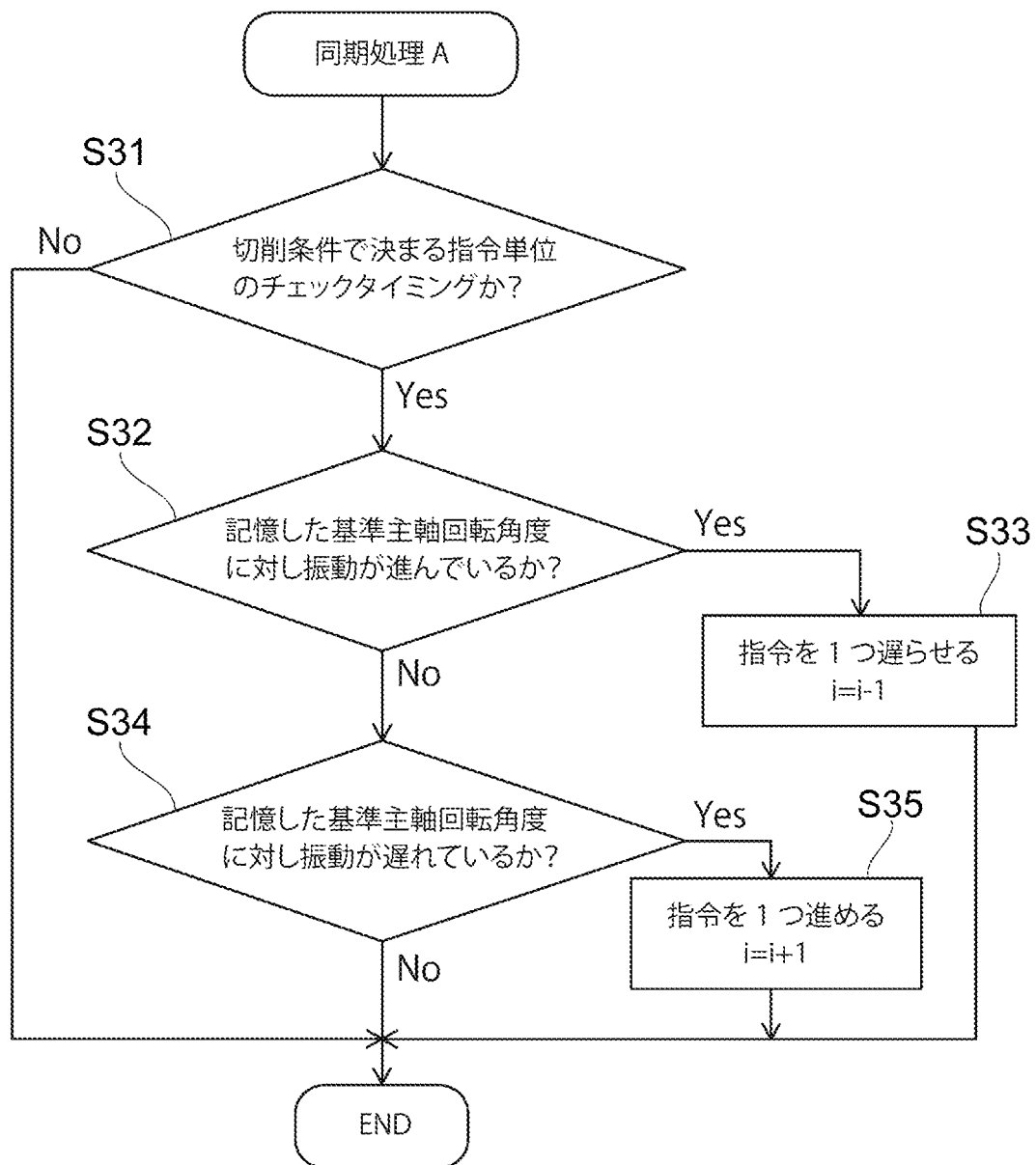
[図6]



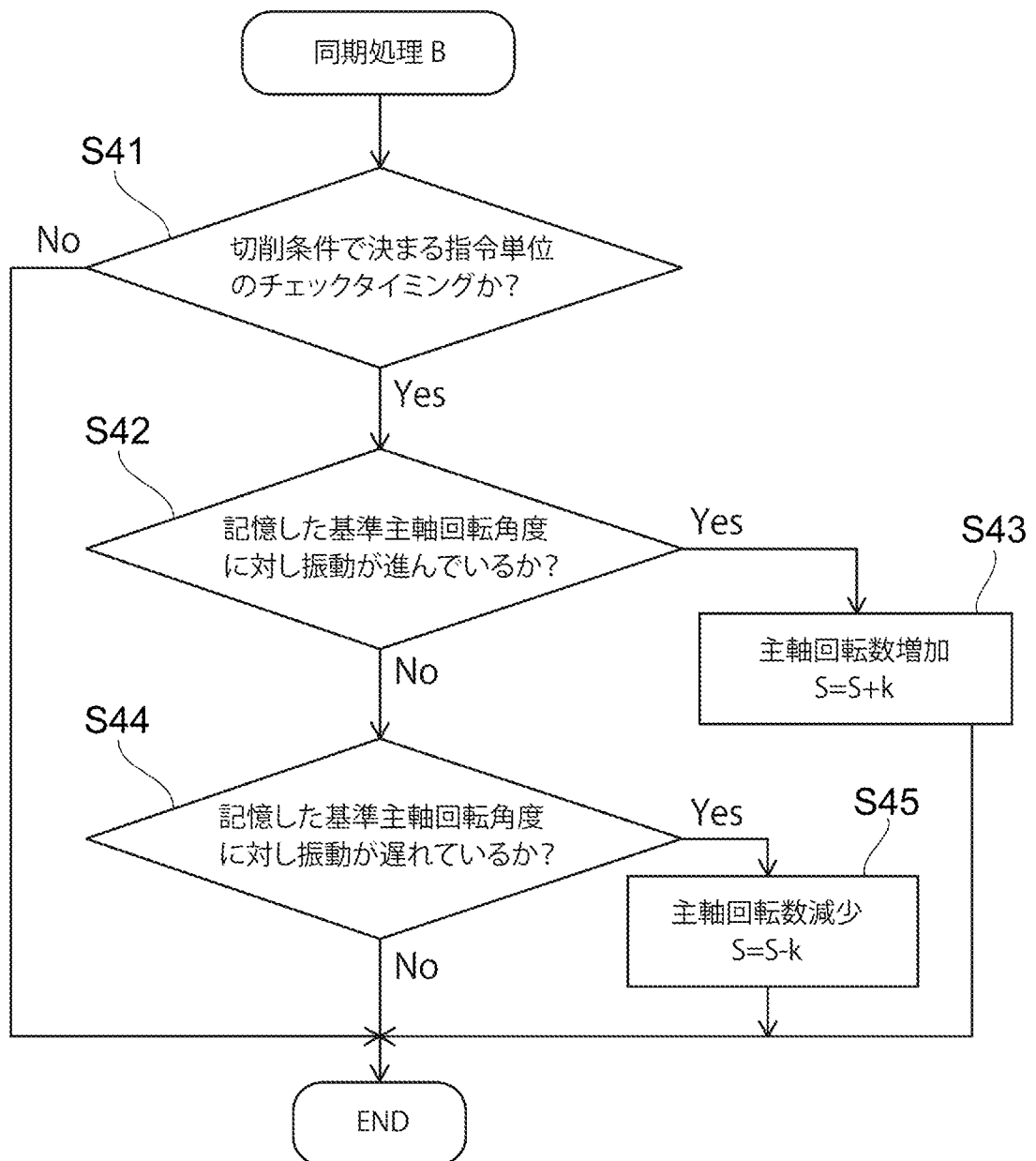
[図7]



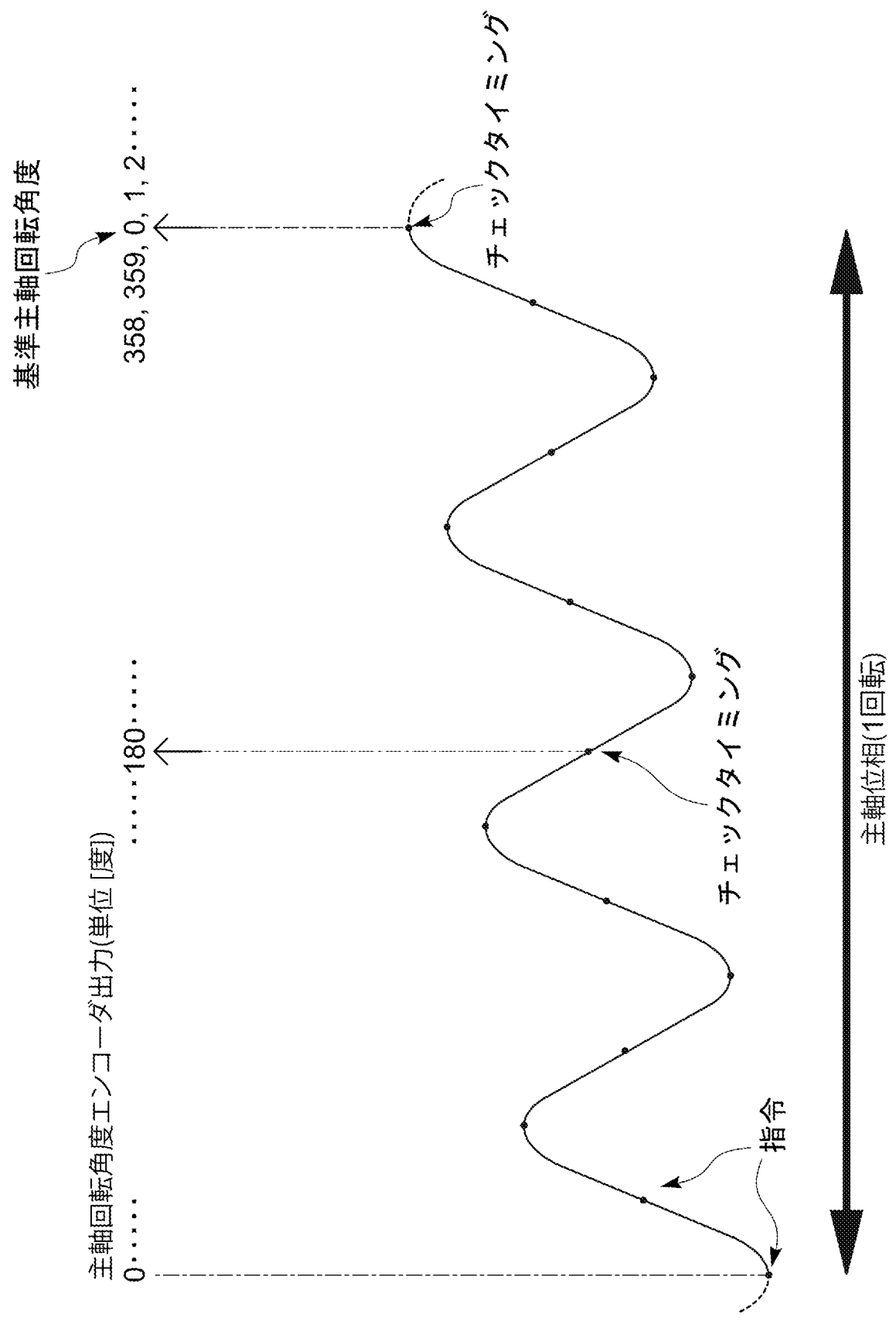
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058055

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23Q15/013(2006.01)i, B23B1/00(2006.01)i, G05B19/4093(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23Q15/013, B23B1/00, G05B19/4093

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5033929 B1 (Hariki Seiko Co., Ltd., Advantec Inc.), 26 September 2012 (26.09.2012), paragraphs [0005] to [0092]; fig. 1 to 12 & US 2014/0102268 A1 paragraphs [0003] to [0117]; fig. 1 to 12 & WO 2013/069476 A1 & EP 2724800 A1 & TW 201328816 A & CN 103781576 A & KR 10-2014-0096992 A	1-6
A	JP 04-323705 A (Fanuc Ltd.), 12 November 1992 (12.11.1992), paragraphs [0007] to [0026]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 April 2016 (27.04.16)

Date of mailing of the international search report
17 May 2016 (17.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23Q15/013(2006.01)i, B23B1/00(2006.01)i, G05B19/4093(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23Q15/013, B23B1/00, G05B19/4093

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 5033929 B1（ハリキ精工株式会社、有限会社アドバンテック） 2012.09.26, [0005]—[0092]、図1—12 & US 2014/0102268 A1, [0003]—[0117]、図1—12 & WO 2013/069476 A1 & EP 2724800 A1 & TW 201328816 A & CN 103781576 A & KR 10-2014-0096992 A	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.04.2016

国際調査報告の発送日

17.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

中田 善邦

3U

3225

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 04-323705 A (ファナック株式会社) 1992. 11. 12, [0007]－[0026]、図1－8 (ファミリーなし)	1-6